

Ilona Motz und Heinz Dieter Kutzbach, Hohenheim

# Lachgasemissionen nach Bodenverdichtungen

*An der Universität Hohenheim wurden 2000/2001 Lachgasemissionen aus verdichteten Flächen gemessen. Die Flächen wurden durch Überfahrten mit verschiedenen Reifendrücken oder unterschiedlicher Anzahl der Überfahrten verdichtet. Die Ergebnisse zeigen, dass geringer Bodendruck durch niedrigen Reifendruck zu verminderten Lachgasemissionen führt. Bodenverdichtungen erzeugen anaerobe Bodenbedingungen, die erhöhte Lachgasemissionen zur Folge haben können.*

Dipl.-Ing. sc. agr. Ilona Motz ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Fachgebiet Verfahrenstechnik in der Pflanzenproduktion mit Grundlagen der Landtechnik (Leiter: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. H.D. Kutzbach), Garbenstraße 9, 70593 Stuttgart; e-mail: [ilomotz@uni-hohenheim.de](mailto:ilomotz@uni-hohenheim.de)

## Schlüsselwörter

Bodendruck, Bodenverdichtung, Lachgasemissionen

## Keywords

Soil pressure, soil compaction, nitrous oxide emissions

## Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 02320 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

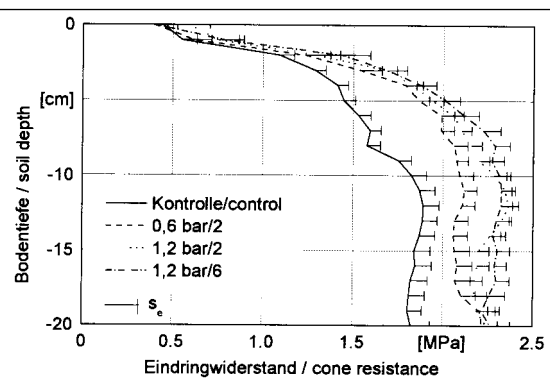
Die anthropogenen  $N_2O$ -Emissionen kommen zu 50 bis 75% aus landwirtschaftlichen Flächen [3]. Aus diesem Grund wurde an der Universität Hohenheim im Rahmen der DFG-Forschergruppe „Klima-relevante Spurengase“ ein Feldversuch auf dem Versuchsgelände Heidfeldhof angelegt. Dort werden Einflüsse unterschiedlicher Bearbeitungsmaßnahmen auf die Lachgasemissionen untersucht.

Ein wichtiger Einflussfaktor auf die Lachgasemission sind anaerobe Bedingungen im Boden, die zu einem Emissionsanstieg führen. Anaerobe Bedingungen können auch durch Verdichtungen bei Traktorrüberfahrten verursacht werden [1, 2]. [1] hat den Einfluss von Traktorrüberfahrten auf unterschiedliche physikalische Bodeneigenschaften nach konventioneller Überfahrt, reduziertem Bodendruck und ohne Bodendruck untersucht. Dabei konnte unter anderem ein Einfluss auf Bodendichte, luftgefülltes Porenvolumen, Luftpermeabilität und Makroporenverteilung festgestellt werden. [4] fand einen Zusammenhang von stark verdichteten Flächen (Reifenspuren) und erhöhter Denitrifikationsrate, da sich in verdichteten Flächen nach Regenfällen schneller anaerobe Bedingungen einstellen als in unverdichteten Flächen.

Im November/Dezember 2000 wurde deshalb ein Versuch zu Lachgasemissionen aus unterschiedlich verdichteten Böden durchgeführt. Auf derselben Messfläche fand im August 2001 eine zweite Messreihe statt, um die längerfristigen Auswirkungen zu untersuchen. Im Folgenden

*Bild 1: Eindringwiderstand der unterschiedlich verdichteten Flächen; Varianten: Reifendruck/Anzahl Überfahrten*

*Fig. 1: Cone resistance of differently compacted areas; treatment: tyre pressure/number of passes*



werden die Ergebnisse der beiden Messreihen vorgestellt.

## Versuchsfeld Heidfeldhof und Messmethode

Das Versuchsfeld Heidfeldhof liegt etwa 2 km westlich der Universität Hohenheim. Der Boden ist eine pseudovergleyte Parabraunerde über Löss. Das langjährige Mittel der Niederschläge beträgt 685 mm und der Temperatur 8,7 °C. Auf der Fläche war zum Zeitpunkt der Versuche Klee gras eingesät. Zur Messung der klimarelevanten Gase wurden die Hohenheimer Messkammern benutzt, die nach der closed chamber-Methode arbeiten und bereits in dieser Zeitschrift vorgestellt wurden [5]. Die Messfläche beträgt 1 m<sup>2</sup>, die Messkammern werden automatisch mittels PC gesteuert und sind mit automatischen Probennehmern ausgestattet. Das Volumen der Messhauben beträgt 127 l. Während der Kammerschließzeit von 1 h werden fünf Gasproben entnommen und an einem Gaschromatographen analysiert.

## Versuchsdurchführung

Ein Versuch zur Bodenverdichtung wurde vom 29. 11. bis 17. 12. 2000 durchgeführt. Die unterschiedlich verdichteten Flächen wurden durch Befahren mit zwei Reifendrücken und zwei beziehungsweise sechs Überfahrten mit einer Radlast von 15,7 kN erreicht (Tab. 1).

Die Messflächen bestanden aus zwei parallelen Reifenspuren. Auf derselben Fläche wurde vom 24. 8. bis 1. 9. 2001 eine zweite Messkampagne durchgeführt, um die langfristigen Auswirkungen von Verdichtungen auf Lachgasemissionen zu quantifizieren. Die Messkammern blieben von Dezember 2000 bis August 2001 auf der Messfläche stehen, um Störungen im Boden durch Ab- und Aufbauen der Messkammern zu minimieren. Auf jeder Messfläche wurden am 9. 12. 2000 2 l unverdünnte Gülle und am 24. 8. 2001 5 l verdünnte Rindergülle (TS 4%, N-Gehalt 2%) ausgebracht. Die Bodenverdichtungen wurden mit Penetrometer mit 20

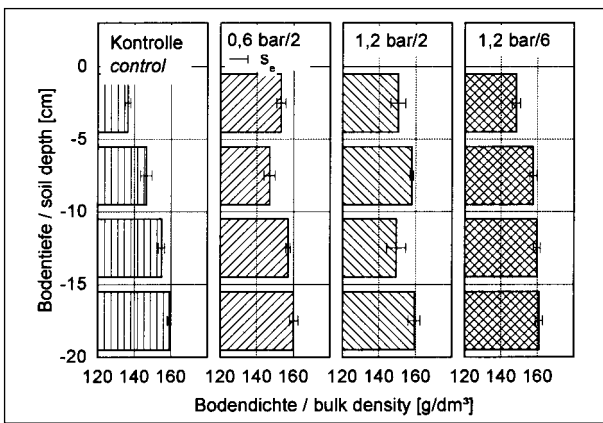


Bild 2: Bodendichte der unterschiedlich verdichteten Flächen; Varianten: Reifendruck/Anzahl Überfahrten

Fig. 2: Soil bulk density of differently compacted areas; treatment: tyre pressure/number of passes

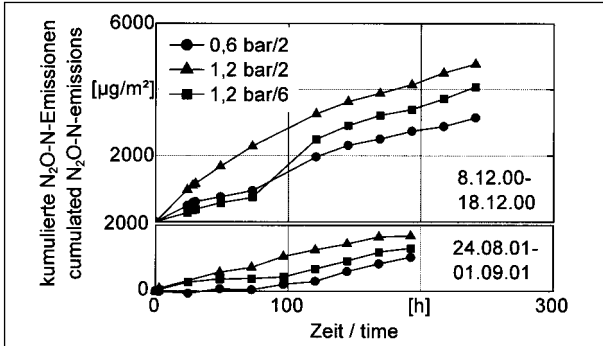


Bild 3: Kumulierte Lachgasemissionen aus verdichteten Flächen; Varianten: Reifendruck/Anzahl Überfahrten

Fig. 3: Cumulated  $N_2O-N$  emissions from compacted soils; treatment: tyre pressure/number of passes

Einstichen pro Variante und Stechzylinder mit sechs Wiederholungen pro Bodentiefe und Variante gemessen.

### Witterungsbedingungen

Im August 2001 war es insgesamt sehr warm und trocken: Bodentemperatur (-5 cm) 21,3 °C, Lufttemperatur (5 cm) 18,8 °C und Niederschläge 13,5 mm. Während der Verdichtungen im Dezember 2000 war die Witterung insgesamt sehr feucht und kühl, dadurch wurde der Boden stark verdichtet. Während der zweiten Messreihe war der Unterboden noch sehr trocken, deshalb wurden die Penetrometermessungen nur bis 20 cm durchgeführt und die Stechzylinderproben erst etwa einen Monat später entnommen (Bodenfeuchte 17 bis 20 %).

### Bodenverdichtungen

Bei den Penetrometermessungen wird deutlich, dass in einem Zeitraum von zehn Monaten Frostgare und Bodenorganismen keine nennenswerte Lockerung der Verdichtungen bewirkt haben (Bild 1). Den geringsten Eindringwiderstand zeigt die unverdichtete Kontrollfläche, den höchsten die Variante 3 (1,2 bar/6).

Die Stechzylinderproben vom Oktober 2001 zeigen bei Variante 1 bis -5 cm ähnl-

che Ergebnisse wie bei den anderen beiden Verdichtungsvarianten. Sie weist allerdings in einer Tiefe von -5 bis -10 cm eine erkennbar geringere Verdichtung auf, vergleichbar mit der nicht verdichteten Fläche (Bild 2). Im Bereich ab -10 cm Bodentiefe ist kaum noch ein Unterschied zwischen den Varianten erkennbar.

Die Korrelationen der Penetrometer-Messungen mit der Bodendichte der Stechzylinderproben zeigen, dass beim Vergleich beider Messmethoden die Ableitung der Bodendichte von den Eindringwiderständen noch nicht möglich ist. Bei zwei Varianten (0,6 bar/2 und Kontrolle) sind die Korrelationen zwar sehr gut, die anderen beiden (1,2 bar/2 und 1,2 bar/6) zeigen jedoch eine sehr geringe Übereinstimmung.

### Lachgasemissionen

Die kumulierten Emissionen nach der Gülleausbringung zeigen bei beiden Messkampagnen, dass die Variante 2 (1,2 bar/2) die höchsten Emissionen aufweist (Bild 3). Die Variante 3 (1,2 bar/6) und die Variante 1 (0,6 bar/2) emittieren im Dezember nur etwa 81/78 und im August 66/61 % der Lachgasmenge der Variante 2.

Ein Grund für die relativ geringe Emission der stark verdichteten Fläche könnte in der sehr ausgeprägten Versiegelung der Fläche

liegen. Dies führt zu einer erheblichen Verminderung der Gasdiffusion, so dass die Verweildauer der Gase im Boden zunimmt und dadurch die Möglichkeit zur weiteren Umsetzung gegeben ist.

Die sehr niedrigen Emissionswerte im August 2001 sind auf die hohen und effektiven Umsetzungsvorgänge zurückzuführen, die in dieser Jahreszeit vorherrschen. Dabei werden nur sehr geringe Mengen an Lachgas aus dem applizierten Dünger emittiert: 0,002 bis 0,0095 % des ausgebrachten Düngerstickstoffs. Teilweise sind sogar negative Emissionen zu beobachten (Variante 1 nach 24 h).

Bei der Korrelation der Emissionswerte mit den Ergebnissen der Stechzylinderproben (Bodendichte) und der Penetrometermessungen (Eindringwiderstand) wird deutlich, dass die Bodendichte sehr viel schlechter mit den Lachgasemissionen korreliert als der Eindringwiderstand (Bild 4).

Die Penetrometermessungen zeigen gute Korrelationen in einer Tiefe von 0 bis -5 und -10 bis -15 cm.

### Fazit

Insgesamt hat es sich bei den vorliegenden Ergebnissen gezeigt, dass ein verminderter Reifendruck von 0,6 bar und der damit verbundene verringerte Bodendruck sich positiv auf die Lachgasemissionen auswirken. Nach den vorliegenden Ergebnissen ist eine starke Verdichtung durch hohen Reifendruck und ungünstige Witterungsbedingungen hinsichtlich Lachgasemissionen negativ zu bewerten. Bei einer noch stärkeren Verdichtung nehmen die Emissionen wieder ab. Dies ist jedoch für die landwirtschaftliche Produktion aus Ertrags- und Bodenschutzgründen nicht nutzbar.

Tab. 1: Korrelationskoeffizienten (Pearson) der Messungen mit Penetrometer und Stechzylinder bis zu einer Tiefe von 20 cm

Variante	0	1	2	3
Reifendruck (in bar)	Unbe-	0,6	1,2	1,2
Anzahl Überfahrten	fahren	2	2	6
Korrel. koeffizient r	0,994	0,985	0,240	0,426

Table 1: Coefficients of correlation (Pearson) of measurements with penetrometer and soil ring samples to a depth of 20 cm

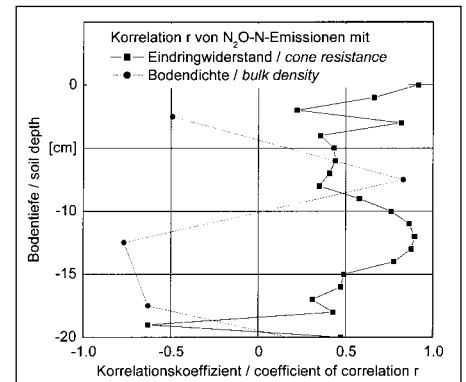


Bild 4: Korrelation (Pearson) von Lachgasemissionen mit Eindringwiderstand und Bodendichte

Fig. 4: Correlation (Pearson) of nitrous oxide emissions with cone resistance and bulk density